



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PENINGKATAN NILAI KALOR BIOBRIKET CAMPURAN KULIT
METE DAN SEKAM PADI MELALUI METODE PIROLISIS**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu tugas dan syarat
Untuk memperoleh gelar Sarjana (S-1)**

**GADING NUGRAHA
NIM. L2E006044**

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

**SEMARANG
DESEMBER 2012**

TUGAS AKHIR

Diberikan Kepada : Nama : Gading Nugraha
NIM : L2E 006 044

Dosen Pembimbing : Ir. Arijanto, MT

Jangka Waktu : 12 Bulan (Dua belas bulan)

Judul : Peningkatan nilai kalor biobriket campuran kulit mete dan sekam padi melalui metode pirolisis

Isi Tugas : Mengetahui pengaruh temperatur dan lama waktu tinggal saat proses pirolisis ringan terhadap kenaikan nilai kalor briket campuran 75% kulit mete 25 % sekam padi yang paling optimal untuk menghasilkan kenaikan nilai kalor yang paling tinggi.

Semarang, 13 Desember 2012

Dosen Pembimbing



Ir. Arijanto, MT


NIP. 195301211983121001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi/Tesis/Disertasi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Gading Nugraha

NIM : L2E 006 044

Tanda Tangan : 

Tanggal : 13 Desember 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Gading Nugraha

NIM : L2E 006 044

Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Peningkatan Nilai Kalor Biobriket Campuran Kulit Mete dan Sekam Padi Melalui Metode Pirolisis

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan/Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Ir. Arijanto, MT

Penguji : Dr. Ir Nazaruddin Sinaga, MS


Penguji : Ir. Sugeng Tirta Atmadja, MT

Penguji : Dr. Achmad Widodo, ST, MT



Jurusan Teknik Mesin

Ketua,



Dr. Sulardjaka ST, MT.
NIP. 197104201998021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Gading Nugraha
NIM : L2E 006 044
Jurusan/Program Studi : TEKNIK MESIN
Fakultas : TEKNIK
Jenis Karya : SKRIPSI

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

PENINGKATAN NILAI KALOR BIOBRIKET CAMPURAN KULIT METE DAN SEKAM PADI MELALUI METODE PIROLISIS

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 13 Desember 2012

Yang menyatakan,



Gading Nugraha
NIM. L2E 006 044

MOTTO

“Ilmu tidak akan dapat diperoleh dengan mengenakan-enakan badan”

“Jangan takut akan kesalahan dan kegagalan, hal itulah yang bisa membuat hidup menjadi lebih berarti”

“Bersegeralah dalam kebaikan dan tundalah hal yang buruk”

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini kupersembahkan kepada:

- **Papa**
- **Mama**
- **Mbak Laras**
- **Teman-teman mahasiswa teknik mesin**
- **Saudara Luthfi Maharsa dan Anggiat Jupar P.T.**

ABSTRAK

Biomassa merupakan salah satu alternatif bahan bakar yang dapat menggantikan peran batubara namun hal ini belum banyak dimanfaatkan, nilai kalor yang rendah dan bentuk yang kurang bernilai merupakan hambatan bagi pengembangan bahan bakar alternatif ini. Maka dari itu pembriketan dan pirolisis merupakan salah satu jawaban dari masalah tersebut. Pirolisis ialah proses dekomposisi termokimia dari bahan organik pada temperatur tinggi, tanpa partisipasi oksigen. Bahan untuk biomassa yang banyak terdapat di Indonesia adalah sekam padi, cangkang kokoa, dan kulit mete. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa pengaruh waktu tinggal dan temperatur pirolisis untuk mendapatkan nilai kalor tertinggi. Biomassa tersebut kemudian dibentuk menjadi biobriket untuk meningkatkan densitas massa. Bahan dari biobriket yang digunakan pada penelitian ini ialah kulit mete dan sekam padi. Komposisi massa antara kulit mete dan sekam padi ialah 75%-25%, yang direkatkan menggunakan lem PVA. Kemudian dibentuk menjadi briket dengan tinggi 25-30 mm dan diameter 25 mm dengan waktu pengeringan satu sampai 12 jam dibawah sinar matahari langsung. Kemudian dilakukan pirolisis ringan dengan variasi temperatur 200⁰C, 250⁰C dan 300⁰C serta variasi waktu tinggal 10 menit, 20 menit, dan 30 menit. Dimana nilai kalor tertinggi pada variasi temperatur 300⁰C dengan waktu tinggal 20 menit yaitu sebesar 6368.54 kal/gram

Kata kunci : biomassa, biobriket, kulit mete, sekam padi, pirolisis ringan.

ABSTRACT

Biomass is an alternative fuel that can replace the role of coal, but it has not been widely used, low calorific value and less valuable form an obstacle to the development of this alternative fuels. Therefore densification and pyrolysis is one answer to solve the problem. Pyrolysis is a thermochemical decomposition of organic material at high temperatures, without the participation of oxygen. Materials for biomass that is widely available in Indonesia are rice husks, cocoa shells, and nut skin. The purpose of this study was to analyze the effect of holding time and temperature of pyrolysis process to find out the highest calorific value. The biomass formed into biobriquette to increase the density of mass. In this study material of biobriquette made from cashewnut shell and rice husks. Mass composition of both was 75% -25%, which are glued together using PVA. Then it formed into briquettes with 25-30 mm in high and 25 mm in diameter with a drying time up to 12 hours in direct sunlight. The mild pyrolysis carried in temperature variation 200⁰C, 250⁰C and 300⁰C and holding time variations in 10 minutes, 20 minutes, and 30 minutes. There was the highest calorific value at 300⁰C temperature variation with holding time 20 minutes is equal to 6368.54 cal / gram

Keywords: biomass, biobriquette, cashew shell, rice husk, mild pyrolysis.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT karena anugerah dan kasih-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul peningkatan nilai kalor biobriket campuran kulit mete dan sekam padi melalui metode pirolisis.

Pada kesempatan ini penulis sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Muchammad, ST, MT dan Bapak Ir. Arijanto, MT sebagai dosen pembimbing Tugas Akhir ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih pula kepada pihak-pihak yang telah membantu terlaksananya kegiatan ini dalam bantuannya secara langsung dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis sadar bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga penulis terbuka untuk kritik dan saran dari pembaca untuk kesempurnaan laporan ini. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat baik bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan pada akhirnya mampu meningkatkan kesejahteraan umat manusia.

Peneliti

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
MOTTO.....	vi
PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Alasan Pemilihan Judul	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Batasan Masalah.....	7
1.5 Metode Penelitian.....	8
1.6 Sistematika Penulisan	8
BAB II TINJAUAN PUSATAKA	10
2.1 Energi Terbarukan.....	10
2.2 Karakteristik Energi Terbarukan.....	10
2.3 Macam-Macam Energi Terbarukan	11
2.4 Biomassa.....	15

2.4.1	Pemanfaatan Biomassa	16
2.4.2	Keunggulan dan Kekurangan Biomassa	17
2.4.3	Karakteristik Biomassa	19
2.5	Sekam Padi	21
2.6	Jambu Mete.....	22
2.7	Densifikasi Biomassa	25
2.8	Teknologi Pembriketan	29
2.8.1	Prinsip Pembuatan Briket.....	30
2.8.1.1	Pengeringan Bahan	30
2.8.1.2	Penggerusan atau penggilingan	31
2.8.1.3	Pencampuran	31
2.8.1.4	Pencetakan Briket	33
2.8.1.5	Pengeringan Briket	34
2.9	Pirolisis	35
2.9.1	Produk Pirolisis	36
2.9.1.1	Torrefied kayu ('bio-batubara').....	36
2.9.1.2	Arang ('bio-arang').....	37
2.9.1.3	Cair ('bio-oil')	37
2.9.1.4	Gas	37
2.9.2	Proses dan Peralatan	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		47
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	47
3.2	Persiapan Peralatan dan Bahan Pembuatan Biobriket.....	48
3.2.1	Persiapan Peralatan	48

3.2.2	Persiapan Bahan	52
3.3	Proses Pembuatan Sampel Biobriket.....	54
3.5	Uji Nilai Kalor Menggunakan Bom Kalorimeter	60
3.5.1	Persiapan Peralatan	60
3.4.2	Proses Pengujian Nilai Kalor	68
3.4.2.1	Pengaturan Awal Kalorimeter	68
3.4.2.2	Standarisasi Kalorimeter	69
3.4.2.3	Setting Awal Unit Kalorimeter Controller	70
3.4.2.4	Prosedur Penggunaan Bom Kalorimeter.....	71
3.4.3	Proses Pemasangan Regulator Oksigen	74
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN		75
4.1	Analisa Nilai Kalor Biobriket Lama Waktu Tenggat 10 Menit	75
4.2	Analisa Nilai Kalor Biobriket Untuk Waktu Tenggat 20 Menit	76
4.4	Analisa Nilai Kalor Untuk Variasi Temperatur dan Lama Waktu Tenggat pada Proses Pirolisis	78
4.5	Analisa Massa Biobriket terhadap Waktu Pengeringan	79
4.6	Diskusi Kelayakan Energi Alternatif	80
BAB V PENUTUP		81
5.1	Kesimpulan	81
5.2	Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA		82
LAMPIRAN		85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Perbandingan Produksi dan Konsumsi Minyak Harian Nasional	4
Gambar 2. 1 Panel Surya yang Diletakkan di Atas Atap Bangunan.....	11
Gambar 2. 2 Turbin Angin	12
Gambar 2. 3 Kincir Air	13
Gambar 2. 4 Contoh-Contoh Biomassa	15
Gambar 2. 5 Skema Pengolahan Biomassa	16
Gambar 2. 6 Sekam Padi.....	21
Gambar 2. 7 Jambu Mete	23
Gambar 2. 8 Limah Kulit Mete	24
Gambar 2. 9 Briket dengan Bentuk Oval	27
Gambar 2. 10 Briket dengan Bentuk Sarang Tawon	27
Gambar 2. 11 Briket dengan Bentuk Silinder	27
Gambar 2. 12 Briket dengan Bentuk Telur.	28
Gambar 2. 13 Mekanisme Perekatan	34
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	48
Gambar 3. 2 Cetakan Briket	49
Gambar 3. 3 Bagian Badan Pencetak.....	49
Gambar 3. 4 Timbangan Digital	50
Gambar 3. 5 Alat Pres Hidrolik	51
Gambar 3. 6 <i>Blender</i>	51
Gambar 3. 7 Kunci Pas.....	52
Gambar 3. 8 Kulit Mete Kering.....	53
Gambar 3. 9 Sekam Padi.....	53
Gambar 3. 10 Campuran Lem PVA dan Air	54
Gambar 3. 11 Kulit Mete Sebelum dan Sesudah di- <i>blender</i>	54
Gambar 3. 12 Sekam Padi Sebelum dan Sesudah di- <i>blender</i>	55
Gambar 3. 13 Bentuk Briket Setelah Pengepresan.....	55

Gambar 3. 14 Bentuk Biobriket Setelah Proses Pengeringan	56
Gambar 3. 15 Tungku Pirolisis.....	57
Gambar 3. 16 <i>Thermocontrol</i>	57
Gambar 3. 17 <i>Contactor</i>	58
Gambar 3. 18 <i>Stopwatch</i>	58
Gambar 3. 19 Instalasi Alat-Alat Uji Pirolisis.....	59
Gambar 3. 20 <i>Calorimetric Water System</i>	60
Gambar 3. 21 Unit Pemanas (<i>Heater</i>).....	61
Gambar 3. 22 Unit Pendingin (<i>Cooler</i>).....	61
Gambar 3. 23 Unit <i>Calorimeter Controller</i>	62
Gambar 3. 24 Bagian <i>Panel</i> Pada Unit <i>Calorimeter Controller</i>	62
Gambar 3. 25 <i>Controlled Jacket Calorimetry</i>	63
Gambar 3. 26 Tampak atas <i>Jacket Calorimetry Control Panel</i>	63
Gambar 3. 27 Bagian-Bagian dari 1108 <i>Oxygen Combustion Bomb</i>	64
Gambar 3. 28 Tampak Samping Kepala <i>Bomb</i>	64
Gambar 3. 29 Tampak Atas Kepala <i>Bomb</i>	65
Gambar 3. 30 Penyangga Tutup <i>Bomb</i>	65
Gambar 3. 31 Kawat 45C10 buatan Parr.....	66
Gambar 3. 32 Regulator Pengisian Oksigen	66
Gambar 3. 33 Tabung Oksigen.....	67
Gambar 3. 34 Amperemeter	67
Gambar 3. 35 Asam Benzoat.....	69
Gambar 4. 1 Grafik Perbandingan Nilai Kalor variasi waktu tinggal 10 menit.....	75
Gambar 4. 2 Grafik Perbandingan Nilai Kalor Variasi Waktu Tinggal 20 Menit.....	76
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Nilai Kalor Variasi Waktu Tinggal 30 Menit.....	77
Gambar 4. 4 Analisa Nilai Kalor Untuk Variasi Temperatur dan Lama Waktu Tinggal pada Proses Pirolisis	78
Gambar 4. 5 Grafik Massa Biobriket terhadap Waktu Pengeringan	79

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Potensi Energi Terbarukan di Indonesia.....	1
Tabel 2. 1 Analisa <i>Proximate</i> dan <i>Ultimate</i> dan Nilai Kalor (HHV) Untuk Berbagai Bahan Biomassa	20
Tabel 2. 2 Komposisi Kimia Sekam Padi	22
Tabel 2. 3 <i>Ultimate Analysis of Cashew Nut Shell</i>	24
Tabel 2. 4 <i>Proximate Analysis of Cashew Nut Shell</i>	25
Tabel 2. 5 <i>Heating Value of Cashew Nut Shell</i>	25
Tabel 2. 6 Nilai Standar Mutu Briket Batu Bara	30
Tabel 2. 7 Jenis pirolisis, istilah yang digunakan, produk dan status pengembangan....	36
Tabel 2. 8 Produk hasil dari proses pirolisis	39

NOMENKLATUR

Simbol	Definisi	Satuan
BBM	Bahan Bakar Minyak	
CH ₄	Metana	
CNSL	Cashew Nut Shell Liquid	
CO	Karbon Monoksida	
CO ₂	Karbondioksida	
D	berat jenis	(kg/m ³)
Ditjenbun	Direktorat Jendral Perkebunan	
ESDM	Energi dan Sumber Daya Mineral	
FC	Fixed Carbon	
H ₂ O	Air	
HTU	Hydro Thermal Upgrading	
L	Panjang	(m)
LPG	Liquid Proteleum Gas	
NO _x	Nitro Oxyde	
Pb	Timbal	
PPO	Pure Plant Oil	
PVA	Polyvinylasetat	
S	Sulphur	
SiO ₂	Silika	
SO _x	Sulphur Oxyde	
t	waktu	(sekon)
Temperatur	Celcius	(°C)
W	Kerja	(kalori/gram)
w	Berat	(gram)
U	Energi Dalam	(joule)
Q	Jumlah kalor	(kalori)
H	Entalpi	(J/Kg. °C)